

De la ecología de poblaciones y comunidades a la de ecosistemas: avances recientes y futuros desafíos

A. Traveset¹, F. Valladares², M. Vilà³, L. Santamaría⁴

(1) Institut Mediterrani d'Estudis Avançats. (CSIC). C/ Miguel Marqués, 21. 07190. Esporles, Balears. España.

(2) Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. C/Serrano 115 dpto. E-28006. Madrid, España

(3) Centre de Recerca Ecològica: Aplicacions Forestals (CREAF). Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona. España.

(4) Institut Mediterrani d'Estudis Avançats. (CSIC). C/ Miguel Marqués, 21. 07190. Esporles, Balears. España.

Resumen de la Conferencia

La Conferencia Final del programa LINKECOL tuvo lugar del 18 al 21 de mayo de 2004 en Palma de Mallorca. Como todo el Programa LINKECOL, dicha Conferencia estuvo especialmente enfocada a desarrollar las interrelaciones entre la ecología de comunidades y de ecosistemas, y más específicamente en (1) sintetizar los resultados obtenidos durante los últimos cinco años, período de duración del programa, y (2) examinar las perspectivas de investigación futura en estas dos subdisciplinas de la ecología. La Conferencia consistió en un total de 17 sesiones plenarias, en 10 comunicaciones orales impartidas por investigadores ?jóvenes? (en formación o recientemente doctorados, los cuales fueron previamente seleccionados de un total de 30 candidatos por un Comité Científico), y en 8 talleres sobre temas considerados ?punteros? dentro del área de conocimiento cubierta por la conferencia. La distribución geográfica de los participantes fue muy amplia: cerca de 150 participantes, de un total de 25 países, participaron en la reunión. Muchos de ellos eran investigadores jóvenes, lo que dio un importante componente de capacitación a los cuatro días que duró la Conferencia. El limitado número de asistentes y la extraordinaria atmósfera proporcionada por las instalaciones del Pueblo Español permitió un elevado nivel de interacción entre todos los participantes, lo que ayudó a que la Conferencia fuera un importante éxito.

Descripción del contenido científico de la Conferencia

Los temas que se trataron en la sección de *Síntesis* (que revisaba los avances recientes en las principales áreas del programa) fueron los siguientes:

Biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas: lecciones y experimentos recientes. **Andy Hector** revisó los principales resultados obtenidos hasta la fecha, indicando que los efectos de complementariedad entre especies no son discernibles únicamente a partir de la observación de patrones funcionales en la comunidades (naturales o experimentales), y que para distinguirlos es necesario comparar el funcionamiento de ?mezclas de especies? con el de monocultivos. Hector apuntó también las dificultades en (1) combinar números altos de especies en experimentos de biodiversidad y en (2) hacer diseños enteramente factoriales, debido al enorme número de combinaciones de especies necesario para ello. Además, mostró que la pérdida de especies en la naturaleza no es al azar, lo cual entra en conflicto con la necesidad de emplear la aleatorización para un buen diseño experimental. Estos son importantes desafíos a los que nos debemos afrontar si queremos llegar a entender los mecanismos que subyacen los efectos de la biodiversidad. **James Bever** expuso los resultados de las interacciones entre los componentes de las comunidades aéreas (*aboveground*) y las del suelo (*belowground*), argumentando que la importancia de los organismos del suelo para los procesos de la comunidad es a menudo subestimada, debido principalmente a la dificultad de estudiar dichos organismos. Bever propuso una aproximación conceptual para determinar dicha importancia, consistente en la evaluación de los procesos de retro-alimentación sobre el crecimiento de la planta, causados por cambios específicos en la composición de la comunidad del suelo. Según dicho autor, la contribución que los procesos de retro-alimentación negativa sobre el crecimiento de la planta tienen sobre el mantenimiento de la biodiversidad podría ser igual o más importante que la de la competencia por nutrientes.

Cambios en la biodiversidad y en el funcionamiento de los ecosistemas debidos a factores extrínsecos. Mediante dos ejemplos, **Frank Berendse** mostró las dificultades para restaurar los niveles de biodiversidad existentes antes de una perturbación, como la fragmentación o el cambio climático.

De la ecofisiología individual a la ecología de comunidades y ecosistemas en el estudio de las respuestas vitales a cambios climáticos y atmosféricos. **Josep Peñuelas** mostró algunos ejemplos de la aplicación de la ecofisiología a diferentes escalas espaciales y temporales, contempladas en la agenda de Cambio Global. Peñuelas argumentó que los componentes volátiles orgánicos están aumentando a unas tasas muy altas en la atmósfera, aunque las consecuencias de dicho aumento todavía no han recibido mucha atención por parte de la mayoría de ecólogos.

Factores que determinan las invasiones biológicas. **Mark Williamson** revisó los diferentes factores que afectan a la introducción, expansión e impacto de especies alóctonas (exóticas) tanto animales como plantas-, concluyendo que los factores sociales y económicos son importantes durante los estadios tempranos, mientras que los factores biogeográficos, ecológicos y evolutivos influyen especialmente los tardíos.

Avances teóricos en la interfase de la ecología de comunidades, de ecosistemas y evolutiva. **Marten Scheffer** argumentó que los cambios graduales (ambientales o evolutivos) conllevan una tendencia inherente a que grandes conjuntos de especies interrelacionadas sufran cambios catastróficos ocasionales. Scheffer presentó diferentes modelos que predicen que el cambio global podría eventualmente causar avalanchas de extinciones de especies, debido a las pérdidas intrínsecas en la estabilidad de dichos conjuntos de especies.

Estequiometría y energética ecológica como perspectivas integradoras. Basándose en la idea de que las especies son sustancias químicas únicas (ratios atómicos de elementos, C:N:P), **Robert Sterner** mostró la utilidad de la estequiometría para unir las especies con los ecosistemas, proponiendo una actualización de las ideas clásicas de Redfield sobre la constancia estequiométrica en los ecosistemas. **James Gillooly**, por otro lado, argumentó que la energía, los materiales y la información (las tres principales monedas de cambio biológicas) están ligadas por las ecuaciones químicas del metabolismo, y presentó una teoría cuantitativa sobre cómo la tasa metabólica varía con el tamaño corporal y la temperatura. Uniendo dichos elementos, demostró la relación entre flujo energético y (1) las tasas de evolución molecular, y (2) el almacenamiento de fósforo en los organismos.

Los temas tratados en la sección de *Perspectivas* (áreas innovadoras especialmente prometedoras que necesitan desarrollarse más) fueron los siguientes:

Relación entre la investigación sobre biodiversidad/funcionamiento del ecosistema y la investigación sobre interacciones en redes tróficas. **Jordi Bascompte** revisó resultados recientes sobre cómo las interacciones mutualistas coevolutivas son moldeadas dentro de las comunidades ricas en especies. Uno de los patrones emergentes muestra que la mayoría de especies en una comunidad están conectadas (interactúan) solamente con unas pocas, mientras que una pequeña fracción de especies tienen más interacciones de lo que se esperaría al azar. Además, estas redes mutualistas están altamente encajadas, y son muy asimétricas, de forma que las especies más especialistas interactúan con subconjuntos de aquellas más generalistas. Bascompte mostró que las comunidades no constituyen conjuntos al azar de especies ni están organizadas en compartimentos constituidos a raíz de una especialización paralela (coevolución). Dentro de esta línea, **Peter Morin** presentó los resultados de los primeros experimentos realizados para explorar las consecuencias de la variación en biodiversidad en sistemas que contienen múltiples niveles tróficos, que muestran cómo los patrones de funcionamiento de estos sistemas difiere de aquellos que consideran un único nivel trófico. Mediante varios ejemplos, Morin demostró la necesidad de unir los estudios de biodiversidad con la dinámica de redes tróficas mediante experimentos más complejos que los realizados hasta la fecha con plantas terrestres.

Mecanismos ecológicos y evolutivos de los procesos de coexistencia y ensamblaje de comunidades, como motores de la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas. **David Tilman** presentó una nueva teoría, la teoría estocástica sobre competencia por los recursos, la cual combina elementos de la teoría clásica sobre competencia con elementos estocásticos de la teoría neutral, con el fin de explicar cómo tanto la composición de las comunidades como su diversidad tienen un impacto sobre el funcionamiento del ecosistema.

La necesidad y el potencial de la perspectiva evolutiva en la ecología de ecosistemas. **Ulf Dieckmann** demostró con varios ejemplos que el estudio de la dinámica de poblaciones basado únicamente en la ecología de ecosistemas está cada vez más obsoleto, y está siendo progresivamente reemplazado por estudios que incluyen la perspectiva evolutiva de las interacciones ecológicas (como las de depredador-presa, mutualismos, competencia, etc.). Según Dieckmann, dicha aproximación evolutiva es indispensable para entender las características de los ecosistemas que observamos en la naturaleza.

Dinámica espacial, y procesos de comunidad y de ecosistema a grandes escalas espaciales. **Rodolfo Dirzo** enfatizó las consecuencias potenciales del impacto humano sobre procesos ecológicos, como son las interacciones bióticas. Con un ejemplo de los trópicos, Dirzo mostró cómo la destrucción del hábitat y la caza pueden conllevar una pérdida de especies animales a escalas local y global, y cómo esto puede conducir a su vez a una disrupción de los patrones de herbivoría y depredación de semillas, alterando a su vez los patrones de dominancia y reclutamiento de especies vegetales.

De los procesos de los ecosistemas a los servicios de los ecosistemas: implicaciones socio-económicas en la ecología de comunidades y de ecosistemas. En primer lugar, **Charles Perrings** mostró la perspectiva económica de los procesos del ecosistema, explorando las consecuencias de los dos caracteres principales de dichos procesos: (1) a menudo, la mayor parte de los componentes individuales de un ecosistema son de propiedad privada (p. ej., madera, pescado, marfil, plantas medicinales) y (2) los efectos de los cambios en los servicios de los ecosistemas son impredecibles. En segundo lugar, la perspectiva ecológica de la unión entre procesos y servicios de los ecosistemas fue tratada por **Janne Bengtsson**, quien mantuvo que cuando se valoran los servicios de los ecosistemas, los mecanismos ecológicos que están detrás son esenciales, principalmente a la hora de informar al público sobre el valor de la naturaleza para el bienestar de la humanidad. Dichos mecanismos son más o menos problemáticos de estudiar dependiendo de la escala espacial y temporal a la que se realizan los estudios. La experimentación tendría que combinarse con estudios a nivel de paisaje, con el fin de unir la ecología con la socio-economía a una escala a la cual se toman las decisiones sobre el uso del suelo (campesinos, ganaderos, instituciones políticas).

La última conferencia plenaria fue impartida por **Jeff Sayer**, quien estableció un nexo entre la ciencia de la ecología y la práctica de conservación de la naturaleza. Sayer advirtió que la agenda sobre conservación de la naturaleza está relajando cada vez más sus conexiones con la ciencia en general y con la ecología en particular, y que tanto los *lobbies* industriales como los grupos activistas son más influyentes para los políticos que la ciencia rigurosa. También criticó el hecho de que las mayores inversiones económicas se hacen sobre esfuerzos que pueden no ser óptimos para prevenir o mitigar los principales problemas de conservación: por ejemplo, se está invirtiendo mucho más en luchar contra los incendios forestales que en gestionar los bosques para reducir el riesgo de incendio. Fue también crítico con el uso erróneo por parte de los gestores (*decision-makers*) de la información publicada por ecólogos en revistas científicas, y por la distorsión de estas últimas en los medios de comunicación con fines sensacionalistas, lo cual causa que se gasten los fondos en problemas equivocados. Sayer argumentó que para revertir esta tendencia, no sólo hay que mejorar la divulgación del conocimiento científico y comunicarlo de forma más efectiva a los gestores y políticos (*policy-makers*). Además, es imprescindible que (1) los científicos se involucren más en el manejo y gestión de la naturaleza y en las decisiones políticas, y (2) los gestores de la naturaleza se involucren más en ciencia, concibiendo su gestión como una sucesión de experimentos de los que es posible aprender, de forma que dicha gestión vaya adaptándose a la continua adquisición de conocimiento.

Conclusiones de la Conferencia y futuras direcciones

Después de dar unas breves pinceladas sobre lo previamente tratado en la Conferencia, **Michel Loreau** concluyó presentando el siguiente diagrama donde se muestra las relaciones entre las diferentes disciplinas y los diferentes temas en cada nivel y entre niveles (organismos, poblaciones, comunidades, y ecosistemas; se incluye, además, la sociedad humana, ya que tanto la perspectiva económica como la social son imprescindibles en estos estudios). Las flechas negras indican las interacciones que habían recibido más atención antes del programa LINKECOL. Las flechas de color azul representan los enlaces que se han abordado dentro de dicho programa. Por último, las flechas rojas indican las interacciones que necesitan más atención y de las que sabemos todavía relativamente poco.

Contenido de talleres organizados por miembros de la AEET

Se realizaron un total de ocho *workshops*, que cubrieron todos los temas de la Conferencia. Cada *workshop* consistió en la presentación oral de 4-5 comunicaciones, después de las cuales hubo tiempo para amplias discusiones. A continuación, se exponen los objetivos y conclusiones de los tres *workshops* liderados por miembros de la AEET.

Linking ecophysiology with ecosystem processes: the challenge of scaling interactions and indirect effects

Chairman: Fernando Valladares

Introducción

La ecofisiología tuvo sus primeros años de esplendor a mediados del siglo XX y desde entonces ha estado siempre estrechamente ligada a los avances tecnológicos. Muchos de los equipos e instrumentos que en la década de los 60 y los 70 fueron revolucionarios y dieron lugar a publicaciones de gran repercusión, sobre, por ejemplo, la fotosíntesis de numerosas especies en condiciones naturales, han quedado completamente obsoletos. Pero la evolución de la ecofisiología no ha estado marcada solamente por los progresos tecnológicos sino por los cambios en el pensamiento científicos en general y el avance de la ecología en particular. En las décadas de los 60 y 70, la ecofisiología se veía como una forma de cuantificar la respuesta de los organismos ante variaciones en el medio ambiente y de interpretar el significado adaptativo de la fisiología, estableciendo un puente entre los organismos integrantes de los ecosistemas y su evolución. Sin embargo, en esos primeros años, las conexiones de la ecología en general y de la ecofisiología en particular con la biología molecular eran prácticamente inexistentes (**Fig. 1**). En las siguientes décadas (80 y 90), la ecofisiología, entendida como una forma de estudio de las respuestas al ambiente de los organismos, perdió parte de su papel protagonista, que fue tomado por los estudios a escala o bien molecular o bien ecosistémica. Sin embargo, el éxodo hacia ambos extremos (la molécula y el ecosistema) ha sido gradualmente compensado por el reconocimiento de que es imprescindible el conocimiento de la respuesta integrada del organismo para establecer las conexiones entre el gen y el ambiente. Es en este momento, con el comienzo del siglo XXI, cuando la ecofisiología recobra su papel en la interpretación de las respuestas evolutivas de los organismos, algo de especial interés en un mundo cambiante. La ecofisiología encuentra así no sólo nuevos objetivos científicos, derivados en buena medida del cambio global, sino también nuevos desafíos, principalmente derivados de la necesidad de incorporar los conocimientos de un amplio número de disciplinas relacionadas y de coordinar su progreso con el de estas disciplinas, de las que se nutre y a las que nutre.

Conclusiones y reflexiones

El taller de trabajo sobre ecofisiología incluyó cinco presentaciones que abordaron la exploración de tendencias globales en los rasgos funcionales de las hojas (**Jaume Flexas** y colaboradores), las posibilidades de escalado temporal y espacial que abren los isótopos estables (**Howard Griffiths**), las interacciones entre factores ambientales como el agua y la luz, y la percepción sesgada que se tiene de los mismos y de sus interacciones (**Fernando Valladares**), la importancia de la respiración en el escalado de procesos fisiológicos (**Owen Atkin**), y el papel del agua, cada día mas escasa, en el funcionamiento de los ecosistemas (**Joao Pereira** y colaboradores). Estas presentaciones suscitaron preguntas concretas que dieron paso a una reflexión general sobre los desafíos actuales de la ecofisiología. A continuación se presentan las conclusiones principales que se extrajeron de esta reflexión en la que participaron diversos científicos, alguno de ellos ajenos a la ecofisiología y por tanto en buena situación para plantear qué se espera de la ecofisiología desde otras disciplinas de la ecología. Las 16 reflexiones encadenadas fueron las siguientes:

1. La ecofisiología tiene un gran potencial para relacionar aspectos moleculares con procesos a nivel de ecosistema.
2. Pero hay al menos dos obstáculos importantes en esta tarea: la gran complejidad de los ecosistemas y los muchos detalles técnicos implicados en cada ejercicio de escalado de los procesos.
3. La tendencia predominante hasta ahora en los ejercicios de escalado ha sido incrementar el número de parámetros a estimar para incrementar el realismo en un círculo vicioso que requiere más y más esfuerzos de investigación y conocimiento técnico.
4. Y en muchos casos estos esfuerzos han dado resultados pobres debido a una combinación de razones: demasiado énfasis en la parte aérea de la vegetación, medidas puntuales o durante tiempos muy cortos, objetivos muy amplios y poco definidos.
5. Como ejemplo para reflexionar se planteó: ¿cómo deberían las nuevas generaciones de ecofisiólogos ser formadas? Claramente no sólo sobre las técnicas.
6. ¿Es la ecofisiología capaz de responder a sus propias preguntas? En cierto modo depende de cómo sean formuladas estas preguntas. Por ejemplo: sobre los procesos ecosistémicos, la ecofisiología puede estimar con precisión la productividad, pero no el funcionamiento de los ecosistemas? como se ha pretendido con cierta frecuencia, ya que es algo muy amplio y complejo, que implica a diversas disciplinas ecológicas; sobre aspectos evolutivos, la ecofisiología puede estimar con rigor el valor adaptativo potencial de los rasgos funcionales, pero no el éxito evolutivo? del individuo que los tiene, algo que requiere la inclusión de la interacción entre especies, procesos demográficos y de dispersión, etc.

7. Para aumentar la competitividad de la ecofisiología se ha sugerido, por tanto, que las preguntas deben ser mas precisas y la investigación simplificarse en correspondencia.

8. Para ello, la colaboración con científicos de otras disciplinas es fundamental, ya que de esta forma será posible identificar los cuellos de botella en los procesos ecosistémicos y concentrar en ellos el esfuerzo investigador.

9. Para incrementar la capacidad predictiva en un mundo cambiante es preciso no sólo mejorar las herramientas de modelización, sino mejorar la capacidad para registrar y ordenar jerárquicamente la gran variabilidad de los sistemas ecológicos (variabilidad asociada por ejemplo al ciclo vital, a la variabilidad genética, a la variabilidad ambiental, al cambio global), y trabajar con umbrales y respuestas tipo umbral y no sólo con tendencias medias.

10. Un escenario ideal de investigación implica la union de fuerzas para el establecimiento y mantenimiento de sitios donde se realice investigación ecológica a largo plazo (en la idea del programa LTER norteamericano), donde los científicos de distinta formación y experiencia colaboren en el estudio de los mismos procesos y sistemas.

11. Los ecofisiólogos se beneficiarán de análisis críticos de lo que la ecofisiología puede y debe ofrecer en el siglo XXI para los cuales las indicaciones precisas de otros especialistas resultan de gran utilidad.

12. Algunas sugerencias sobre los aspectos que hacen y harán a la ecofisiología una ciencia de impacto son:

? Establecimiento de las limitaciones ambientales para los procesos ecosistémicos en escenarios concretos.

? Determinación de las condiciones que maximizan la productividad y la coexistencia de las especies.

? Plantear cuestiones a nivel de ecosistema, tratando los ecosistemas como se han tratado tradicionalmente las hojas. Hay herramientas para ello (isótopos, teledetección, *eddy covariance*), aunque existirán límites en el diseño experimental que a esta escala podrá hacerse.

? Incorporación de la teoría de la perturbación en los ejercicios de escalado y generalización de procesos.

? Relacionar rendimiento ecofisiológico con otros rasgos más próximos al *fitness* del individuo como la supervivencia y la fecundidad.

13. No obstante, debe mantenerse la investigación de procesos a nivel celular para establecer hipótesis a escalas espaciales grandes.

14. La determinación de la respuesta de los organismos y sistemas a largo plazo requiere del conocimiento de cómo los organismos son capaces de aclimatarse. En ocasiones, la capacidad de aclimatación puede estimarse mediante rasgos sencillos de medir (por ejemplo el SLA o área foliar específica para la aclimatación de la hoja al ambiente).

15. En resumen, estudios detallados y a pequeña escala permiten una interpretación mecanística de los procesos ecosistémicos, mientras que los estudios de escala amplia, en especial los comparativos, permiten la identificación de tendencias evolutivas.

16. La ecofisiología será cada vez más capaz de relacionar el ambiente con la evolución, simplificando (i.e. trabajos a pequeña escala, sobre especies clave) en la búsqueda de mecanismos, y escalando en el tiempo y en el espacio en la búsqueda de tendencias evolutivas.

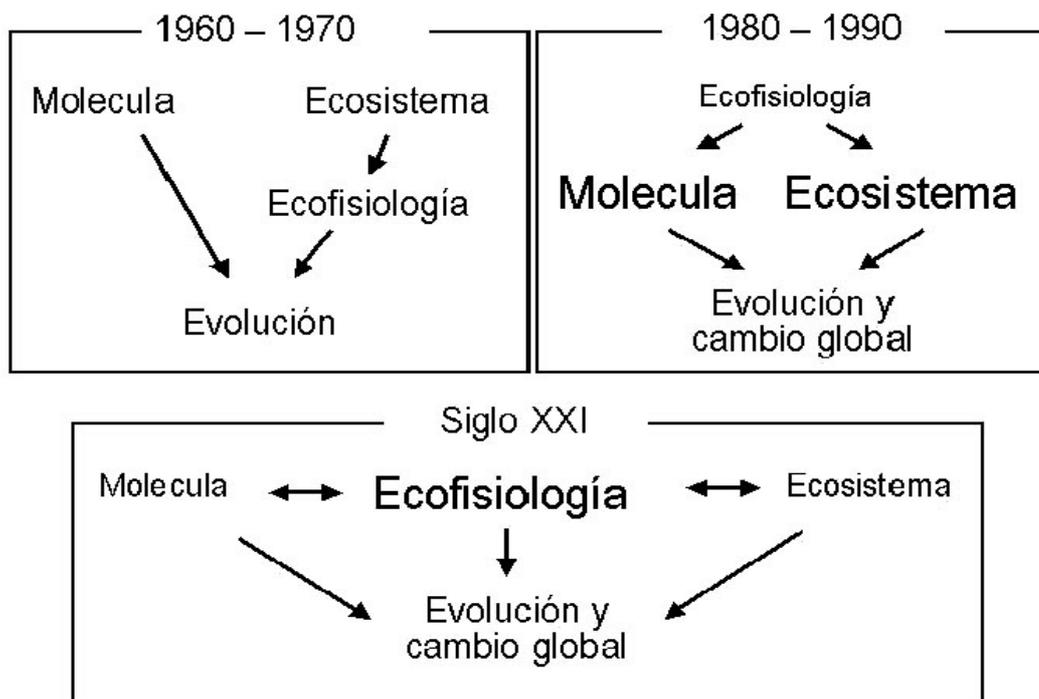


Figura 1. Tres fases en la evolución histórica de la ecofisiología.

Linking terrestrial invasions to ecological science

Chairwoman: Montserrat Vilà

La introducción y posterior invasión por especies exóticas constituye un componente de cambio global que pone en peligro la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas. La mayoría de estas invasiones han sido ocasionadas por introducciones, pero en otros casos ha sido intencionada, como, por ejemplo, plantas ornamentales que se han establecido y proliferado en ecosistemas naturales adyacentes a zonas urbanas. Sin duda alguna la intensificación del comercio, los movimientos humanos y la alteración de los ecosistemas aceleran las invasiones y sus impactos.

A escala mundial la investigación de este tema se ha disparado en la última década, tanto por la problemática que supone: disminución de la producción agrícola, elevados costes de restauración, homogenización del paisaje, etc., como por su atractivo de estudio puesto que persiguen una investigación a caballo entre lo básico y lo aplicado. Además, las invasiones constituyen ?experimentos naturales? a escala regional sobre las características que influyen en la colonización de especies y sobre el efecto de una especie en particular sobre el funcionamiento de los ecosistemas. En este sentido, el taller de trabajo sobre invasiones incluyó cuatro presentaciones que trataron de establecer conexiones entre la ecología de las especies que invaden ecosistemas terrestres, como casos de estudio para entender procesos ecológicos, y al revés, discutir qué conceptos y herramientas ecológicas deberían utilizarse con mayor rigurosidad para mejorar el estudio sobre las invasiones biológicas. Las presentaciones fueron ofrecidas por **Harald Auge** y colaboradores (Evolución de plantas invasoras), **Petr Pysek** (Invasión y sucesión), **Daniel Sol** (Características de las aves invasoras) y **Montserrat Vilà** (Impactos ecológicos de las plantas invasoras).

De las reflexiones que se desarrollaron a lo largo de las dos sesiones del taller, se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Las invasiones vegetales nos han permitido conocer que la adaptación evolutiva a nuevas condiciones tanto ambientales como biológicas (por ejemplo, la exclusión de herbívoros específicos con los que ha coevolucionado) pueden darse de forma

rápida. En realidad, las plantas más invasoras son aquellas que se ajustan mejor a las nuevas condiciones ecológicas del ecosistema receptor. Se ha constatado que algunas plantas introducidas pueden evolucionar hacia un mayor vigor en respuesta a la falta de enemigos naturales. No obstante, esto no siempre es evidente, puesto que en el ecosistema receptor también acostumbran a coexistir con herbívoros generalistas que reducen el crecimiento de las plantas invasoras, y sobre todo, la competencia vegetal enmascara las ventajas de haber perdido los enemigos naturales.

2. El proceso de invasión no es más que un proceso de colonización. No obstante, es curioso lo poco que se han estudiado las invasiones de plantas en el contexto de la sucesión, aún teniendo en cuenta que la mayoría de las especies invasoras son plantas ruderales que aparecen y se expanden después de perturbaciones. Análisis preliminares de cronosecuencias después de perturbaciones muestran que a lo largo de la sucesión la presencia de plantas alóctonas disminuye, pero el patrón no es el mismo para los arqueófitos (introducidos antes del año 1500), que para los neófitos (introducidos después del año 1500), e incluso depende del tipo de comunidad invadida considerada. Debería investigarse qué características vitales poseen las especies que persisten a lo largo de la sucesión en comparación con las especies nativas.

3. El estudio de los factores que determinan el éxito del establecimiento en aves exóticas ha permitido constatar que el factor más importante lo constituye el número y frecuencia de efectivos introducidos, seguido de preferencias por hábitats generalistas y una gran flexibilidad en el comportamiento. Efectuando un paralelismo con el mundo vegetal, nos referiríamos a especies que poseen una elevada plasticidad fenotípica y que son altamente generalistas tanto en los polinizadores como dispersadores que requieren. El estudio del éxito de establecimiento de aves ha permitido entrever que para poder predecir qué especies pueden tener un mayor éxito de invasión hace falta tener en cuenta la escala espacial a la que nos referimos, la filogenia de las especies comparadas y la posible confusión entre factores correlacionados con otros causales.

4. El impacto de las plantas invasoras está positivamente relacionada con su área de introducción, su abundancia y el efecto *per se* que la especie ejerza sobre las especies nativas o en algún aspecto del funcionamiento del ecosistema. En el taller, se discutió la posibilidad de utilizar los índices de intensidad de cambio empleads para cuantificar la intensidad de las interacciones tróficas o la intensidad de la competencia, como estima del impacto de la presencia de las especies invasoras.

5. En conclusión, las invasiones biológicas constituyen experimentos a gran escala que permiten mejorar los conocimientos sobre ecología evolutiva, biogeografía y ecología de comunidades (por ejemplo: sucesión, teoría de nichos, interacciones interespecificas). No obstante, para establecer generalizaciones, el análisis de estos casos de estudio debe realizarse con rigurosidad mediante comparaciones con especies nativas o con especies también introducidas que no hayan tenido éxito.

The science-policy interface

Chairmen: Jeff Sayer / Luis Santamaría

La gestión sostenible de los recursos naturales (o, en lenguaje más moderno, de los servicios y bienes proporcionados por los ecosistemas) requiere el manejo de sistemas ecológicos complejos, utilizando conocimiento imperfecto; lo que exige el desarrollo de sistemas de decisión que sean adaptables, transparentes y responsables. El desarrollo de dichos sistemas representa, a nuestro entender, una piedra angular para la modernización de la gestión ambiental en todo el ámbito europeo. Por desgracia, es muy probable que encuentre una gran resistencia en los dos ámbitos involucrados: el académico y el técnico-político. Esta resistencia nace del tradicional desencuentro entre sus respectivas culturas institucionales, que hacen que los técnicos (poco afines a la incertidumbre y a la controversia pública) desconfíen de los investigadores, y que los investigadores (poco acostumbrados a ver sus conclusiones cuestionadas por consideraciones que ellos creen idiosincráticas, como la asignación de fondos, la oportunidad política o la viabilidad institucional) desconfíen de la esfera técnico-política.

Este desencuentro es particularmente desafortunado, ya que la gestión de unos sistemas en cambio acelerado (a escalas tanto local como global, y con efectos a menudo inesperados), y de los que aún poseemos un conocimiento muy imperfecto, exige la interacción continuada entre los generadores de nuevo conocimiento y aquellos que deben aplicarlo a la gestión. Esta interacción debería ser bi-direccional, de forma que todas las iniciativas de gestión puedan utilizarse para obtener nuevo conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas gestionados. El taller de trabajo sobre la interfaz entre investigación y gestión/política (ambas englobadas en el amplio término inglés *policy*) quería despertar el interés de los asistentes sobre esta interfaz, intercambiar experiencias entre investigadores de muy diversas áreas que han analizado su funcionamiento, y proporcionar ideas sobre como facilitarla. El taller de trabajo incluyó cuatro presentaciones, ofrecidas por: **John Young**, que proporcionó un modelo general sobre la relación entre investigación y gestión/política; **Adeline Kroll**, que realizó un análisis de la interrelación entre investigación y desarrollo de políticas en la Comisión Europea; **Carlos Duarte**, que presentó un innovador esquema de análisis científico de ecosistemas, basado en la identificación de umbrales y encaminado a facilitar la obtención de objetivos de gestión; y **Jaime Amezaga**, que presentó los resultados de un proyecto enfocado explícitamente a

transferir información técnica innovadora durante el desarrollo de la nueva política europea de contaminación por aguas de minas.

El taller sirvió, sobre todo, para evidenciar el imperfecto y sesgado conocimiento que tienen muchos investigadores del proceso de toma de decisiones y elaboración de políticas (*policy process*). Anclados en la idea de que la generación de evidencia empírica debería bastar para producir los cambios que ellos perciben como mejoras, la mayoría de ellos dedican más tiempo a quejarse de las imperfecciones de la gestión/política existente que a tratar de comprender su funcionamiento e influir en su desarrollo. Para hacerlo, es imprescindible darse cuenta de la inadecuación que la visión de transferencia vertical de una solución óptima adquirida empíricamente tiene en el mundo de la gestión real.

De las reflexiones que se desarrollaron a lo largo de las dos sesiones del taller se derivaron las siguientes conclusiones, que fueron presentadas en una sesión plenaria:

1. Al diseñar las estrategias de investigación, es muy importante que éstas sean **relevantes** para la gestión/política (esto es, que sea *policy relevant research*). Las **razones** principales son:

? Si no, los resultados de la investigación no se plasmarán en resultados tangibles.

? Si el investigador no lo hace, lo hará alguien con menor conocimiento, experiencia y capacidad crítica (vg. la mayor parte de las revisiones sobre evidencia científica en que está basada la política europea son realizadas en tiempo record por personal poco cualificado, al servicio de consultoras que cobran elevadísimos honorarios).

? La mayoría de los investigadores ya están haciendo investigación relevante para la gestión/política, pero al no hacerlo de forma consciente, no utilizan todo su potencial.

2. Los elementos claves para **hacer** investigación relevante para la gestión/política (*policy relevant research*) son:

? Conocer las reglas del juego: entender el proceso de toma de decisiones de gestión y de elaboración de políticas

? Participar en él: el análisis no es suficiente y casi nunca produce soluciones óptimas; la única solución es participar en el proceso decisorio aceptando sus normas de funcionamiento.

? No rehuir la complejidad, pero no escudarse en ella para esconder el desconocimiento: pensar complejo, pero hablar sencillo.

? Aceptar la interdisciplinaridad como un elemento central de la adquisición de conocimiento.

? Tener un objetivo claro (y honesto), un equipo coherente (y bueno), y una voz única (y creíble).

3. Los elementos claves para **promover** investigación relevante para la gestión/política (*policy relevant research*) son:

? Considerar las iniciativas de gestión y las políticas como experimentos; esto es, hacer gestión y política adaptativas.

? Falsificar las políticas, como se hace con el conocimiento; esto es, financiar, apoyar y publicitar los fracasos, en lugar de tratar de enmascararlos como éxitos.

? Prestar atención a los procesos de generación de conocimiento, no sólo a su resultado. La acción sobre los actores sociales involucrados a menudo es tanto o más importante que las conclusiones finales de la investigación. Para ello, utilizar las técnicas desarrolladas por los científicos sociales (vg. técnicas de mapeado del conocimiento, técnicas de acción-participación).

4. En las instituciones europeas, la interfaz investigación tiene que mejorar considerablemente. Entre los principales problemas identificados destacan los siguientes:

? El acoplamiento entre ciencia y desarrollo de políticas es, a pesar del considerable esfuerzo financiero dedicado, muy pobre.

? Existen importantes problemas institucionales (vg. aislamiento entre DGs) que impiden encauzar la investigación y sus resultados principales en el desarrollo de políticas.

? Tanto el Sexto Programa Marco como la iniciativa sobre Espacio Investigador Europeo (ERA) son, a pesar de su vocación reformista, variaciones del mismo modelo de transferencia de conocimiento. Dicho modelo está enfocado exclusivamente a ? cosechar? el conocimiento generado previamente por los investigadores o/y en incentivar a estos último a cosechar datos en direcciones pre-predeterminadas por políticas ya establecidas. Por ello, deja un espacio mínimo tanto para la interacción ciencia-política, como para la innovación de políticas.